



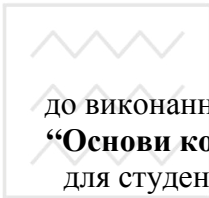
Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України

**Національний університет водного господарства та
природокористування**

**Кафедра автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-
інтегрованих технологій**

04-03-85



Методичні вказівки

до виконання лабораторної роботи №11 з дисципліни
“Основи комп'ютерно-інтегрованого управління”
для студентів напрямку 6.050202 „Автоматизація та
комп'ютерно-інтегровані технології” денної та заочної форм
навчання

Рекомендовано методичною комісією за
напрямом „ Автоматизація та
комп'ютерно-інтегровані технології ”
Протокол № 7 від 21.03.2014 р.

Рівне 2014



Національний університет

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи №11 з дисципліни “Основи комп’ютерно-інтегрованого управління” для студентів напрямку 6.050202 „Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології” денної та заочної форм навчання / Пастушенко В.Й., Стеценко А.М. – Рівне: НУВГП, 2014. - 44 с.

Упорядники: Пастушенко В.Й., к.т.н., професор, Стеценко А.М., старший викладач.

Відповідальний за випуск: Древецький В.В., д.т.н., професор, завідувач кафедри автоматизації, електротехнічних та комп’ютерно-інтегрованих технологій.



Національний університет
водного господарства
та природокористування

© Пастушенко В.Й.,
Стеценко А.М., 2014
© НУВГП, 2014



Робота 11. Розробка програмного забезпечення для ПІД імпульсного керування температурою повітря в трубопроводі на базі ПЛК Lagoon та SCADA- системи Trace Mode 5.

1. Мета роботи

Навчитися створювати програми ПІД імпульсного керування температурою повітря в трубопроводі мовою функціональних блоків (FBD – Function Block Diagram) на базі ПЛК Lagoon.

2. Теоретичні відомості

2.1 Програмований логічний контролер (ПЛК) Lagoon

Таблиця 11.1

Характеристики ПЛК Lagoon

		PC-сумісний промисловий контролер AMD188ES 40МГц, 512кб Flash, Lagoon-3140 256кб SRAM, 2xRS232, 1xRS485, 1xRS232/485, система програмування Trace Mode. Конструкція: пластиковий корпус. Види монтажу: монтаж на DIN-рейку, монтаж на стіні. Тип процесора: AMD188ES.	
Конструкція		Пластиковий корпус	
Вид монтажу		Монтаж на DIN-рейку, монтаж на стіні	
Процесор			
Тип процесора		AMD188ES	
Максимальна частота процесора		40МГц	
Пам'ять			
Оперативна пам'ять	Максимальний об'єм		256кб
	Встановлено		256кб



Енергонезалежна пам'ять	Максимальний об'єм	2кб
	Встановлено	2
	Тип	EEPROM
Електронний диск	Встановлено	512кб
	Максимальний об'єм	512кб
	Тип	Flash
Інтерфейс		
Послідовний інтерфейс	Тип	2xRS232; RS485; RS232/RS485
	Максимальна швидкість	115200біт/сек.
	Роз'єми	DB9; Гвинтові клеми
Таймери		
Годинник реального часу		Так
Сторожовий таймер		1.6сек
Роз'єми		
Роз'єми	Живлення	Гвинтові клеми
	Інші	DB9; Гвинтові клеми
Керування та індикація		
Індикатори		Світлодіоди
Живлення		
Напруга живлення		+10...+30В
Споживана потужність		3Вт
Програмне забезпечення		
Програмне забезпечення	Операційна система	DOS
	Системне	Бібліотека програмування
	Інструментальна система	Trace Mode
Умови експлуатації		
Умови експлуатації	Температура	-20..+75°C
Розміри і маса		
Розміри	Ширина	72мм



	Довжина	122мм
	Висота	25мм
Маса		0.2кг

2.2 Віддалений модуль аналогового вводу I-7017

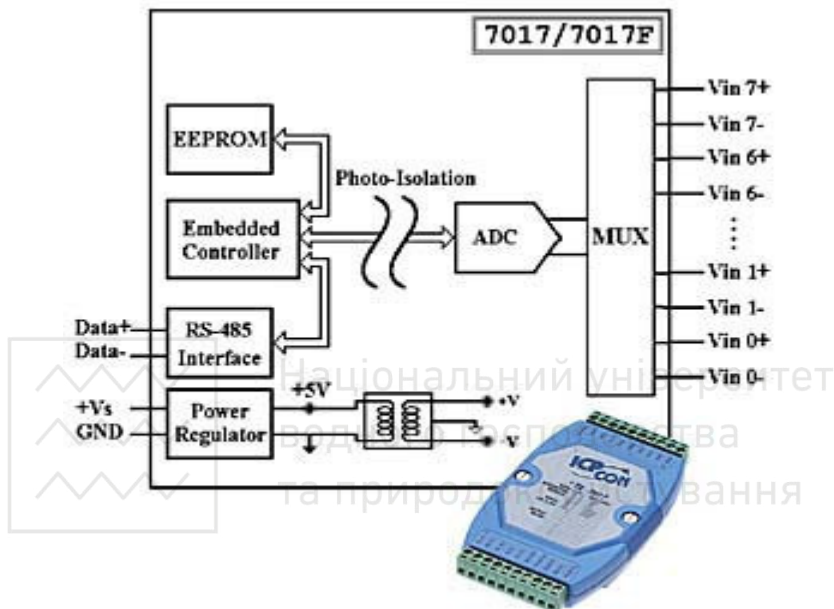


Рис. 11.1. Будова 8 каналного модуля аналогового вводу з ізоляцією I-7017

Таблиця 11.2

Характеристики модуля аналогового вводу I-7017

Конструкція		Модуль з послідовним інтерфейсом; Монтаж на DIN рейку; Пластиковий корпус
Інтерфейс		
Інтерфейс	Тип	RS-485



	Швидкість передачі даних	1200біт/сек; 2400біт/сек; 4800біт/сек; 9600біт/сек; 19200біт/сек; 38400біт/сек; 57600біт/сек; 115200біт/сек
	Максимальна довжина лінії зв'язку	1200м (Сегмент)
	Протокол передачі даних	Сумісний з протоколом ADAM-4000
	Макс. кількість модулів у мережі	2048
Аналоговий ввід		
Каналів аналогового вводу	Всього	8
	Диференційних	8
Діапазони вхідного сигналу	Біполярного, за напругою	-0.15...+0.15В; -0.5...+0.5В; -1...+1В; -5...+5В; -10...+10В
	Біполярного, за струмом	-20...+20мА
Вхідний опір	При вимірюванні напруги	20МОм
	При вимірюванні струму	125Ом (Зовнішній резистор)
Вхід	Струмовий шунт	Зовнішній; 125 Ом
	Перевантаження по входу	35В
	Смуга пропускання	15.7Гц



АЦП	Розрядність	24біт
	Частота вибірки	10виборок/сек
	Тип перетворення	Сигма-дельта перетворення
	Режими запуску	Вбудований генератор
Гальванічна ізоляція		3000В
Похибка		-0.1...+0.1%
Коефіцієнт затухання завади загального виду		86дБ (50/60Гц)
Температурний дрейф нуля		20мкВ/°С
Процесор		
Вбудований процесор		Сумісний з 8051
Сторожовий таймер		Так
Сторожовий таймер		
Роз'єми		
Роз'єми		Гвинтові клеми
Живлення		
Напруга живлення		+10...+30В
Споживана потужність		1.3Вт
Умови експлуатації		
Умови експлуатації	Температура	-20...+75°С
Розміри, маса		
Розміри	Довжина	122мм
	Ширина	72мм
	Висота	25мм
Маса		0,2 кг



2.3 Віддалений модуль дискретного вводу-виводу I-7060

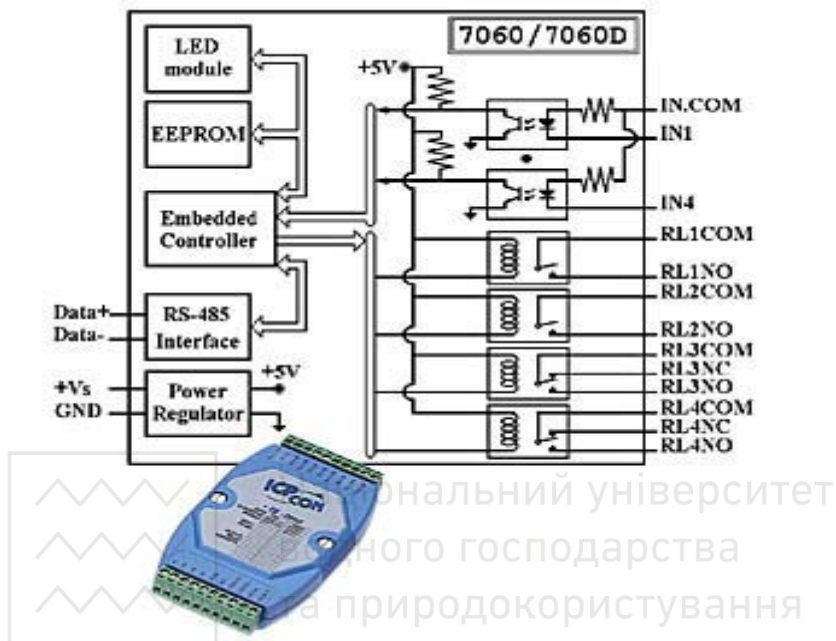


Рис. 11.2. Будова модуля 4-канального вводу та 4-канального виводу з ізоляцією I-7060

Таблиця 11.3

Характеристики модуля дискретного вводу-виводу I-7060

Конструкція		Модуль з послідовним інтерфейсом; Монтаж на DIN рейку; Пластиковий корпус
Інтерфейс		
Інтерфейс	Тип	RS-485



	Швидкість передачі даних	1200біт/сек; 2400біт/сек; 4800біт/сек; 9600біт/сек; 19200біт/сек; 38400біт/сек; 57600біт/сек; 115200біт/сек
	Максимальна довжина лінії зв'язку	1200м (Сегмент)
	Протокол передачі даних	Сумісний з протоколом ADAM-4000
	Макс. Кількість модулів у мережі	2048
Дискретний ввід		
Каналів дискретного вводу	Всього	4
	З ізоляцією	4
Гальванічна ізоляція		3750В
Вхідна напруга	Логічний 0	0..+1В
	Логічна 1	+4..+30В
Вхідний опір		3кОм (0.5Вт)
Дискретний вивід		
Каналів дискретного виводу	Всього	4
	Реле з нормально розімкнутими контактами (А)	2
	Реле з перекидними контактами (С)	2



Гальванічна ізоляція		1500В
Реле	Максимальний комутуючий струм, постійний	2А@30В 0.6А@110В
	Максимальний комутуючий струм, змінний	0.6А@125В 0.3А@250В
	Час включення	3мс
	Час виключення	1мс
	Загальний час перемикання	10мс
	Кількість спрацювань	500000
Процесор		
Вбудований процесор		Сумісний з 8051
Сторожовий таймер		
Сторожовий таймер		Так
Роз'єми		
Роз'єми		Гвинтові клеми
Живлення		
Напруга живлення		+10...+30В
Споживана потужність		1.3Вт
Умови експлуатації		
Умови експлуатації	Температура	-20...+75°C
Розміри, маса		
Розміри	Довжина	122мм
	Ширина	72мм
	Висота	25мм

**2.4 Давач температури Microchip TC1047/TC1047A**

Таблиця 11.4

**Характеристики давача температури Microchip
TC1047/TC1047A**

Напруга живлення (Supply Voltage – V_{DD}):	
- TC1047	2.7 В – 4.4 В
- TC1047A	2.5 В – 5.5 В
Робочий струм живлення (Supply Current, Operating – I_O)	$35\mu A$ ($60\mu A$ max)
Діапазон вимірюваної температури (Wide Temperature Measurement Range)	від $-40^{\circ}C$ до $+125^{\circ}C$
Точність вимірювання температури (Temperature Accurasy - TMP_{ACU})	$\pm 0.5^{\circ}C$ ($\pm 2^{\circ}C$ max) при $25^{\circ}C$; $\pm 0.5^{\circ}C$ ($\pm 3^{\circ}C$ max) при $+125^{\circ}C$; $1^{\circ}C$ при $-40^{\circ}C$;
Середній нахил вихідної напруги (Average Slope of Output Voltage – A_V)	$10mV/^{\circ}C$
Вихідна напруга (Output Voltage – V_{OUT})	100 мВ при $-40^{\circ}C$; 750 мВ (730 min, 770 max) при $25^{\circ}C$; 1750 мВ (1720 min, 1780 max) при $+125^{\circ}C$;
Вихідний струм (Output Source and Sink Current – I_{OUT})	$100\mu A$ min
Корпус (Package)	3-Pin SOT-23B



Застосування

- Сотові телефони
- Температурне відключення джерел живлення
- Вентилятори з контролем температури
- Прилади для вимірювання температури
- Регулятори температури
- Побутова електроніка
- Портативні джерела живлення (на батарейці)

Таблиця 11.5

Різновиди датчиків температури Microchip TC1047/TC1047A

Назва	Корпус	Діапазон температур
TC1047VNB	3-Pin SOT-23B	від -40°C до $+125^{\circ}\text{C}$
TC1047AVNB	3-Pin SOT-23B	від -40°C до $+125^{\circ}\text{C}$

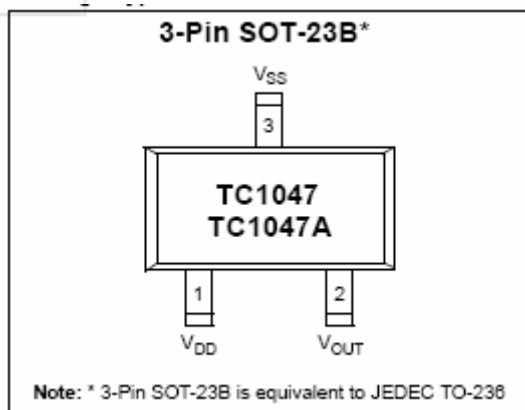


Рис. 11.3. Зовнішній вигляд датчика температури Microchip TC1047A



**Призначення виводів давачів температури Microchip
TC1047/TC1047A**

Номер виводу (піна)	Позначення	Опис
1	V_{DD}	Вхід живлення
2	V_{OUT}	Сигнальний вихід
3	V_{SS}	Заземлення

Давачі температури TC1047 та TC1047A мають лінійну вихідну характеристику (рис. 11.4). Вихідний напруговий сигнал є прямо пропорційним до вимірюваної температури. Нахил вихідної характеристики становить $10 \text{ мВ}/^{\circ}\text{C}$, що забезпечує високу точність вимірювання на всьому діапазоні температур.

FIGURE 3-1: OUTPUT VOLTAGE VS. TEMPERATURE

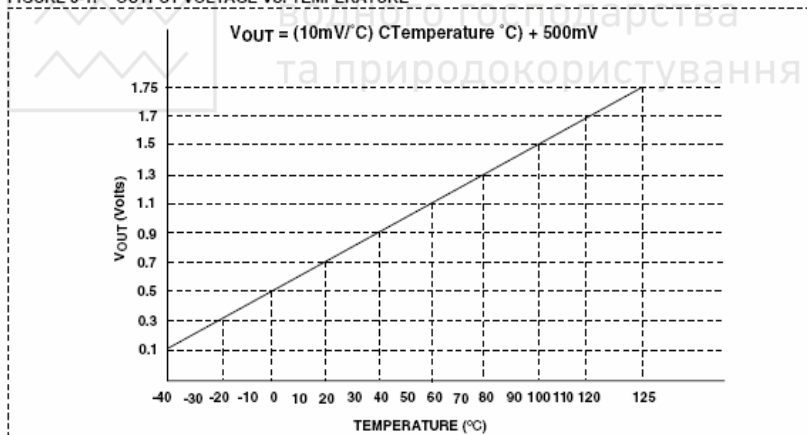


Рис. 11.4. Вихідна характеристика давача температури Microchip TC1047/TC1047A

3. План роботи

1. Дослідити будову лабораторної дослідної установки, визначити призначення всіх елементів.
2. Створити базу інформаційних каналів, необхідних для роботи установки.



3. Розробити програмне забезпечення для керування температурою повітря у трубопроводі.

3.1 Розробити програму для перетворення вихідного напругового сигналу давача температури повітря у реальне значення температури.

3.2 Розробити програму для перетворення вихідного напругового значення задавача температури у реальне значення температури.

3.3 Розробити програму для перетворення вихідного напругового значення давача положення поворотної заслінки у реальне значення кута повороту.

3.4 Розробити програму для перемикання режимів керування автоматичне-ручне.

3.5 Розробити програму керування температурою за ПІД імпульсним законом.

4. Перевірити результуючу базу інформаційних каналів вузлів Lagoon_1 та АРМ.

5. Записати розроблений проект в ПЛК Lagoon і запустити його на виконання.

6. Проконтролювати роботу АСП температури повітря в трубопроводі.

7. Оформити звіт про виконання лабораторної роботи.

4. Опис лабораторного обладнання

1. АРМ оператора на базі ПК.
2. Промисловий контролер Lagoon.
3. Модулі введення-виведення серії I-7000.
4. Перетворювач інтерфейсів RS-232 / RS 485.
5. Об'єкт регулювання температури повітря в трубопроводі.
6. Операційна система Windows.
7. Програмне забезпечення Trace Mode 5.

Опис лабораторної установки по дослідженню і регулюванню температури повітря в трубопроводі

Лабораторна установка (схеми 1 і 2, додаток 1) представляє собою автоматизовану систему регулювання (АСР) температури повітря в трубопроводі. Джерелом тепла є лампа розжарювання, яка розміщується в трубопроводі. Для обдування лампи і нагнітання




теплого повітря встановлений вентилятор. Регулювання температури повітря здійснюється шляхом зміни витрати теплого повітря за допомогою поворотної заслінки, яка приводиться в рух електричним виконавчим механізмом (ВМ). Для визначення кута повороту заслінки використовується давач положення, який являє собою змінний резистор. Виконавчий механізм обладнаний оптичними кінцевими вимикачами для сигналізації кінцевих положень регулюючого органу (ОР) та блокування його подальшого відкриття чи закриття. Для вимірювання температури повітря у трубопроводі розміщений давач температури фірми Microchip TC1047A (рис. 3) з вихідною характеристикою, наведеною на рис. 4. В якості задавача температури виступає змінний резистор. Керування процесом організоване за допомогою програмованого логічного контролера (ПЛК) Lagoon, віддалених модулів вводу-виводу I-7017 та I-7060. Контролер зв'язаний через інтерфейс RS-232 з персональним комп'ютером (ПК), який виконує роль автоматизованого робочого місця (АРМ) оператора і використовується для програмування ПЛК та відображення даних про хід технологічного процесу. Крім ПК, для керування процесом використовується місцевий пульт керування, на якому розміщено засоби звукової та світлової сигналізації, кнопка ПУСК, кнопка аварійного стопу, кнопки ручного керування виконавчим механізмом, кнопки перемикання режимів роботи автоматичний-ручний.

5. Порядок виконання роботи

1. Дослідити будову лабораторної дослідної установки, визначити призначення всіх елементів.

2. Створити базу інформаційних каналів, необхідних для роботи установки.

2.1 Запустити редактор бази каналів Trace Mode.

2.2 Створити новий проект. Для цього вибрати меню **Файл \ Новий** або натиснути ЛК миші на піктограму  на панелі інструментів. З'явиться діалог, у якому необхідно вказати ім'я нового проекту та його тип. Задамо ім'я проекту **Project_10** і тип



Пользовательский. Натисніть на кнопку ОК. Тепер у заголовку вікна редактора бази каналів і його рядку статусу з'явиться назва нового проекту.

2.3 Перейдемо тепер до створення структури проекту. Вона включає в себе перелік **вузлів** – операторських станцій та контролерів, які працюють під керівництвом ТРЕЙС МОУД. У нашому випадку необхідно створити 2 вузли. Один з яких буде контролером, а інший – операторською станцією. Для створення вузла необхідно виконати команду **Создать** із меню **Узел** або натиснути ПК миші на робочій області бази каналів. При цьому на екрані з'явиться діалог **Имя и тип узла**.

2.4 Введемо у відповідному полі даного діалогу назву вузла **Lagoon_1**. У вікні вибору типу вузла розкриємо список класу вузлів **Контроллеры**. Виберемо тип контролера Lagoon. Натиснемо кнопку ОК. При цьому у робочому полі редактора бази каналів з'явиться зображення створеного вузла.

2.5 Повторимо ті самі дії для створення нового вузла, який буде на цей раз операторською станцією. Тому ім'я цьому вузлу слід надати **APM** (автоматизоване робоче місце) і вибрати тип **MPB (M-link)** із класу **Большой**.

2.6 Після виконання цих дій вікно редактора бази каналів набуде вигляду:

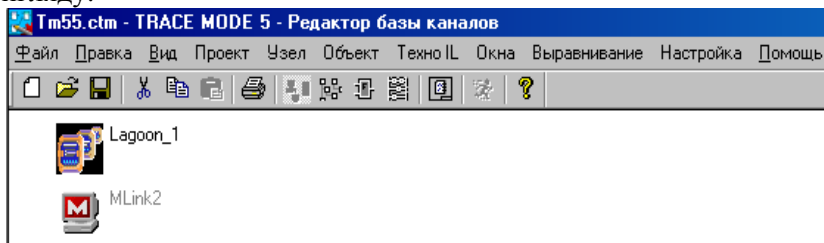


Рис. 11.5. Вікно редактора бази каналів з двома вузлами: Lagoon_1 та MLink2

2.7 Перейдемо тепер до створення бази каналів контролера (нижній рівень SCADA-системи). Для цього необхідно двічі натиснути ЛК миші на його зображенні у робочому полі вікна редактора бази каналів. При цьому запуститься процедура автопобудови, а на екран буде виведено діалог її настройки. У



даному діалозі для кожного посадочного місця у контролері можна вказати тип використовуваного модуля вводу-виводу. Після цього автоматично налаштовується обмін даними з цими модулями. Для контролера Lagoon діалог автопобудови виглядає наступним чином:



Рис. 11.6. Діалог підключення модулів вводу-виводу до контролера Lagoon

Вкажемо для перших 2-х посадочних місць модулі IC7017 та IC7060. Натиснемо ОК. При цьому здійснюється вхід у вікно редагування бази каналів:

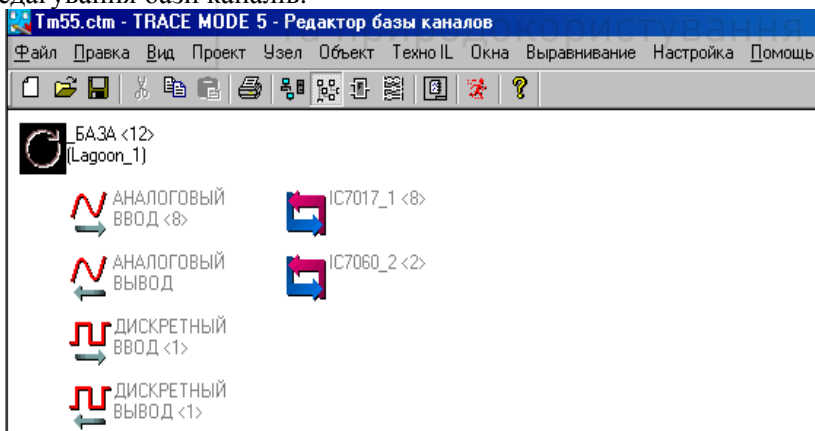


Рис. 11.7. Вікно редактора бази каналів після підключення до контролера 2-х модулів вводу-виводу

У даному вікні виводяться зображення об'єктів бази каналів. Ліва колонка об'єктів – це стандартні об'єкти бази каналів, заповнення цих об'єктів каналами здійснюється автоматично у міру



їх додавання до бази каналів. При цьому настройки каналу визначають, у який із стандартних об'єктів він буде поміщений.

Наступна колонка містить об'єкти, створені автопобудовою для зв'язку з модулями вводу-виводу контролера або з каналами іншого вузла проекту. Канали, розміщені у даних об'єктах, будуть також присутні у стандартних типах [Аналоговый ввод](#), [Дискретный ввод](#) та [Дискретный вывод](#).

Повний список каналів, що присутні в інформаційній базі каналів, доступний у стандартному об'єкті [База](#).

Проведемо редагування інформаційної бази каналів згідно наступної таблиці:

Таблиця 11.7

Інформаційні канали введення виведення

Модуль	Канал	Призначення
Модуль аналогового введення I-7017	AI-2 (TE-2-2z)	Задавач температури повітря
	AI-3 (TE-2-1)	Давач температури повітря
	AI-4 (GE-3-1)	Давач положення
Модуль дискретного введення-виведення I-7060		
• дискретний вхід DI	bit 0	Пуск установки: В ручному режимі без обробки в ПЛК. В автоматичному режимі здійснюється попередня обробка в ПЛК, тоді подається сигнал на DO bit 0.
	bit 1	Перемикання режимів керування: ручний-автоматичний



	bit 2	Кінцевий вимикач: заслінка повністю закрита.
	bit 3	Кінцевий вимикач: заслінка повністю відкрита.
• дискретний вихід DO	bit 0	Пуск в автоматичному режимі керування
	bit 1	0 – ручний режим керування; 1 – автоматичний режим керування.
	bit 2	Відкриття регулюючого органу
	bit 3	Закриття регулюючого органу
Внутрішні канали	A_N	Індикатор режиму керування: 0 – автоматичний; 1 – ручний.
	Управління	Канал для запису програми керування

2.9 Налаштуємо зв'язок між ПЛК та АРМ. Налаштування лінії передачі даних здійснюється у діалозі **Параметры узла**. Вхід у даний діалог здійснюється шляхом натискання ПК миші на зображенні вузла. На рис. 8 позначена область встановлення прапорців доступу до бази даних при виконанні процедури автопобудови.



Параметры узла : Lagoon_1

Параметры посл. портов | Микро

Основные | Имя и тип | Таймауты

База каналов: NODE1 | Имя компьютера:

Рисунок: NODE1 |

Период пересчета: 10 | Разрешение: 0.055

Сетевой адрес: Индивидуальный 1 | Групповой 128

Host Mode: ☐ сеть ☐ модем ☐ M-Link

Slave Mode: ☐ сеть ☐ модем ☒ M-Link

OK Отмена

Рис. 11.8. Вікно налаштування параметрів вузла Lagoon_1

У нашому випадку для вузла Lagoon_1 повинен бути встановлений прапорець **M-Link**, що означає зв'язок по послідовному інтерфейсу.

Після цього перейдемо до редагування бази каналів вузла АРМ. Для цього двічі натиснемо ЛК миші на його зображенні. Перший перехід до редагування бази каналів будь-якої операторської станції супроводжується виведенням на екран діалогу налаштування автопобудови обміну даними з іншими вузлами проекту. Це можуть бути як операторські станції, так і контролери. Рис. 9 демонструє вигляд цього діалогу.

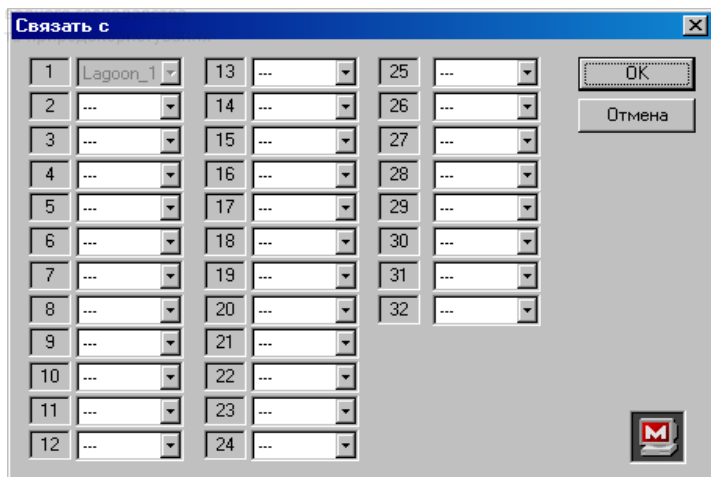



Рис. 11.9. Діалог автопобудови бази каналів вузла АРМ

Для виклику даного діалогу повторно слід використовувати команду **Автопобудувати** із меню **Вузел**. Після цього перевірте базу каналів вузла АРМ. **Зверніть увагу!** У базі каналів АРМ відображені тільки ті канали, для яких були встановлені прапорці доступу під час редагування бази каналів контролеру.

Налаштуємо параметри вузла АРМ. Для цього натиснемо на піктограму  і перейдемо у вікно Вузли проекту. Натиснемо ПК миші на вузол АРМ і налаштуємо його параметри, як показано на рис.



Параметры узла : MLink2

Таймауты | Параметры посл. портов

Связь по последовательным интерфейсам

Основные | Архивация | Настройка сети | Имя и тип

База каналов: NODE2 | Имя компьютера: |

Рисунок: NODE2 | |

Период пересчета: 10 | Разрешение: 0.055

Сетевой адрес

Индивидуальный: 2 | Групповой: 128

Host Mode

☐ сеть ☐ модем

☒ M-Link |

Slave Mode

☐ сеть ☐ модем

☒ M-Link |

OK | Отмена

Рис. 11.10. Параметры узла АРМ, закладка Основные

Параметры узла : MLink2

Основные | Архивация | Настройка сети | Имя и тип

Связь по последовательным интерфейсам

Таймауты | Параметры посл. портов

COM1
COM2
COM3
COM4
COM5
COM6
COM7
COM8
COM9
COM10
COM11
COM12
COM13
COM14

Назначение: Связь с контроллером

Базовый адрес: 3f8

Скорость: 115.2k

Контроль: 8-1-n

Таймаут: 0

Прерывание: 4

Упр.перед: нет

OK | Отмена

Рис. 11.11. Параметры узла АРМ, закладка Параметры последовательных портов

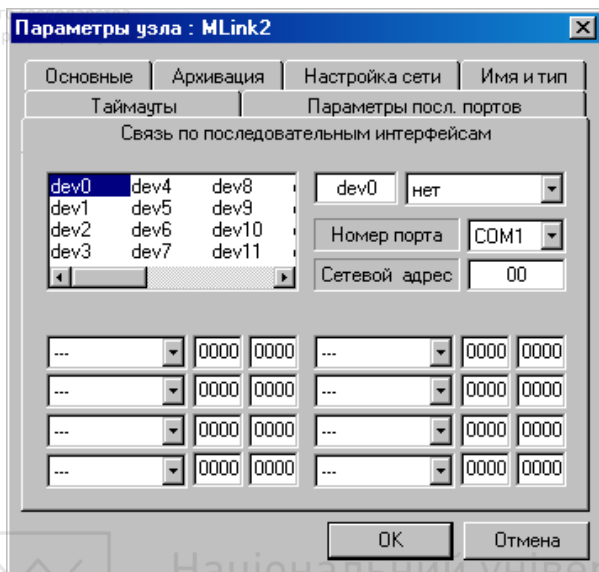


Рис. 11.12. Параметры узла АРМ, закладка **Связь по последовательным интерфейсам**

3. Розробити програмне забезпечення для керування температурою повітря у трубопроводі.

3.1 Розробимо програму для перетворення вихідного напругового сигналу датчика температури повітря у реальне значення температури.

З рис. 11.4 вихідної характеристики датчика температури запишемо залежність, за якою можна за значенням вихідної напруги датчика визначити реальне значення температури:

$$x = 100 \cdot y - 50 \text{ (}^{\circ}\text{C)} \quad (11.1)$$


Правильність виведеної залежності можна перевірити за вище наведеним графіком з паспорту датчика. Наприклад, при $U_{\text{вих}} = 1,1 \text{ В}$ реальна температура $x = 100 \cdot 1,1 - 50 = 60 \text{ (}^{\circ}\text{C)}$.

Щоб написати програму мовою функціональних блоків (Function Block Diagram – FBD), слід спочатку вказати, на якому вузлі вона буде використовуватися. Для цього потрібно або ввійти у режим редагування бази каналів потрібного вузла, або просто



виділити його у вікні структури проекту. У нашому випадку виділимо вузол [Lagoon_1](#).

Далі для переходу у вікно редагування FBD-програми потрібно виконати одну із дій:

- виконати команду [FBD-программы](#) із меню [Окна](#);
- натиснути ЛК миші на іконці  інструментальної панелі;
- натиснути комбінацію клавіш [ALT+3](#).

При цьому на екрані з'явиться діалог FBD-програма. У цьому діалозі можна вибрати FBD-програму для редагування або створити нову, а також ввести і відредагувати коментар до програми.

Для створення нової програми потрібно виконати команду [Создать](#) із меню [Программа](#) діалогу [FBD-программа](#). За замовчуванням створюваній програмі присвоюється ім'я [FormN](#), де [N](#) – її номер по порядку у даному вузлі. Для зміни імені програми у даному діалозі передбачено спеціальне поле. Назвемо програму [TE-2-1](#).

З функціональних блоків наберемо наступну програму, яка реалізує математичну залежність (11.1):



Рис. 11.12. Програма для перетворення вихідного напругового сигналу датчика температури повітря у реальне значення температури

Входи та виходи блоків налаштуємо згідно таблиці 11.8.

Таблиця 11.8

Блок	Вхід, вихід	Тип	Коментар
MUL (*)	IN1	аргумент	Апаратне значення датчика температури TE-2-1_A
MUL (*)	IN2	константа	k=100
SUB	AS	константа	b=50

Національний університет водного господарства та природокористування			
(-)			
SUB	SUB	аргумент	Реальне значення температури TE-2-1_R
(-)			

Примітка: Не перераховані входи та виходи мають тип **Блок** і використовуються для зв'язку між блоками.

Підключимо дану програму до каналу аналогового входу **TE-2-1** вузла **Lagoon_1**. Для цього натиснемо ЛК миші на іконці інструментальної панелі, ввійдемо у діалог **Канали об'єкта** для об'єкта **IC7017**, натиснувши на ньому двічі ЛК миші. Далі натиснемо двічі ЛК миші на назві каналу **TE-2-1** і ввійдемо у діалог **Трансляція**. У полі вибору FBD-програми виберемо програму **TE-2-1** (рис. 11.13).

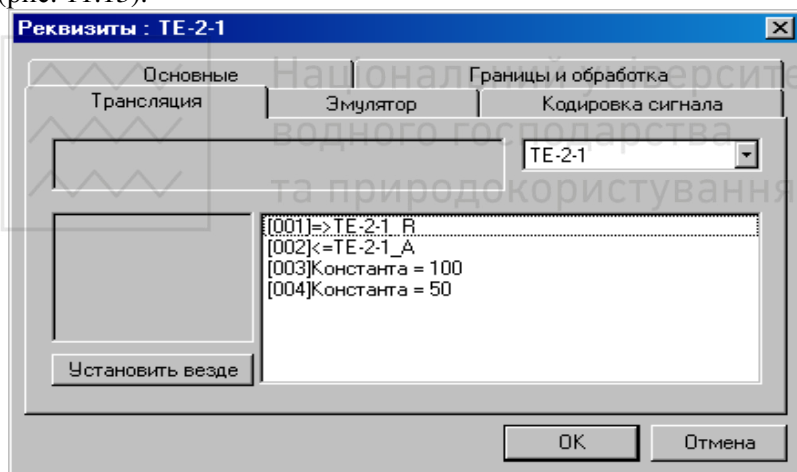


Рис. 11.13. Вікно підключення програми до каналу TE-2-1

Для налаштування будь-якого елемента або змінної необхідно двічі натиснути ЛК миші на відповідному рядку у списку

3.2 Розробимо програму для перетворення вихідного напругового значення задавача температури у реальне значення температури.

У якості задавача температури використано змінний резистор з вихідною напругою (0-9) В. Отже, для того, щоб за значенням



вихідної напруги задавача визначити реальне значення заданої температури використаємо залежність:

$$x = k \cdot y, \text{ де } k = 8; \quad (11.2)$$

Аналогічно до пункту 3.1 для вузла **Lagoon_1** складемо наступну програму з назвою **TE-2-2z**:

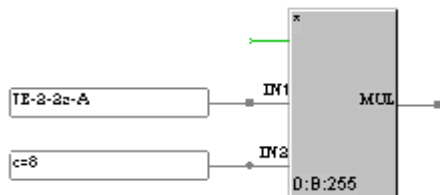


Рис. 11.14. Програма для перетворення вихідного напругового сигналу задавача температури повітря у реальне значення температури

Входи та виходи блоків налаштуємо згідно таблиці 11.9.

Таблиця 11.9

Блок	Вхід, вихід	Тип	Коментар
MUL (*)	IN1	аргумент	Апаратне значення задавача температури TE-2-2z_A
MUL (*)	IN2	константа	k=8
MUL (*)	MUL	аргумент	Реальне значення температури TE-2-2z_R

Підключимо дану програму до каналу аналогового входу **TE-2-2z** вузла **Lagoon_1**. Для цього натиснемо ЛК миші на іконці інструментальної панелі, ввійдемо у діалог **Канали об'єкта** для об'єкта **IC7017**, натиснувши на ньому двічі ЛК миші. Далі натиснемо двічі ЛК миші на назві каналу **TE-2-2z** і ввійдемо у діалог **Трансляція**. У полі вибору FBD-програми виберемо програму **TE-2-2z** (рис. 11.15).

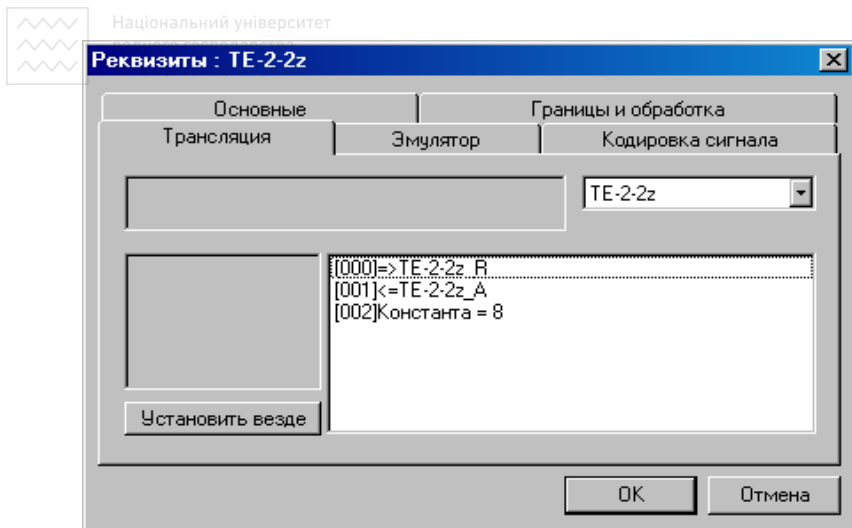


Рис. 11.15. Вікно підключення програми до каналу TE-2-2z

3.3 Розробимо програму для перетворення вихідного напругового значення датчика положення поворотної заслінки у реальне значення кута повороту.

В якості датчика положення регулюючого органу використовується змінний резистор. Для того, щоб перетворити вихідне напругове апаратне значення даного датчика у реальне значення кута повороту, необхідно програмно реалізувати наступну залежність:

$$x = \frac{1.2 \cdot y \cdot 90}{2.7}, \text{ град}; \quad (11.3)$$

Для вузла [Lagoon_1](#) складемо наступну програму з назвою [GE-3-1](#):

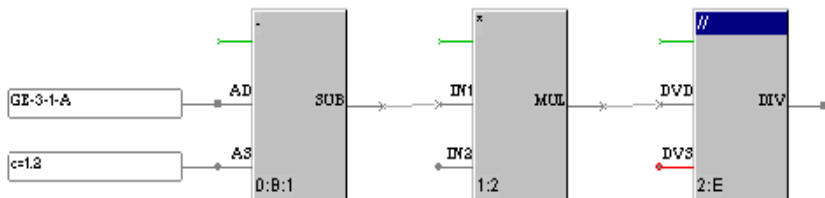


Рис. 11.16. Програма для перетворення вихідного напругового значення датчика положення поворотної заслінки у реальне значення кута повороту



Входи та виходи блоків налаштуємо згідно таблиці 11.10

Таблиця 11.10

Блок	Вхід, вихід	Тип	Коментар
SUB (-)	AD	аргумент	Апаратне значення давача положення GE-3-1_A
SUB (-)	AS	константа	$k_1=1.2$
MUL (*)	IN2	константа	$k_2=90$
DIV (/)	DVS	константа	$k_3=2.7$
DIV (/)	DIV	аргумент	Реальне значення давача положення GE-3-1_R

Примітка: Не перераховані входи та виходи мають тип **Блок** і використовуються для зв'язку між блоками.

Підключимо дану програму до каналу аналогового входу **GE-3-1** вузла **Lagoon_1**. Для цього натиснемо ЛК миші на іконці інструментальної панелі, ввійдемо у діалог **Канали об'єкта** для об'єкта **IC7017**, натиснувши на ньому двічі ЛК миші. Далі натиснемо двічі ЛК миші на назві каналу **GE-3-1** і ввійдемо у діалог **Трансляція**. У полі вибору FBD-програми виберемо програму **GE-3-1** (рис. 11.17).

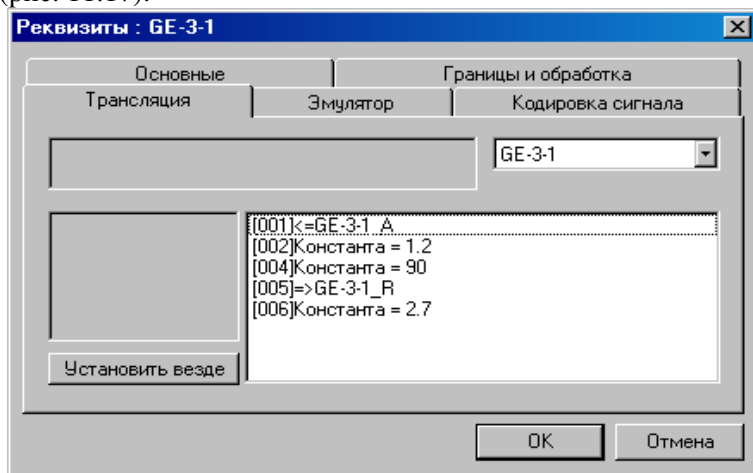


Рис. 11.17. Вікно підключення програми до каналу GE-3-1



3.4 Розробимо програму для перемикання режимів керування автоматичне-ручне.

Двічі натиснемо ЛК миші на об'єкті **База** для вузла **Lagoon_1**, виберемо пункт меню **Канал \ Создать**. Задамо ім'я каналу **A_H (Auto-Hand)**, тип **I** (вхідний), вид **F** (аналоговий), підтип **Пустой**, доповнення до підтипу **in_null**. Тобто даний канал не зв'язаний з реальним пристроєм вводу інформації, а використовується для внутрішньої обробки даних. Якщо значення каналу буде рівне нулю, то режим повинен бути автоматичний, 1 – ручний.

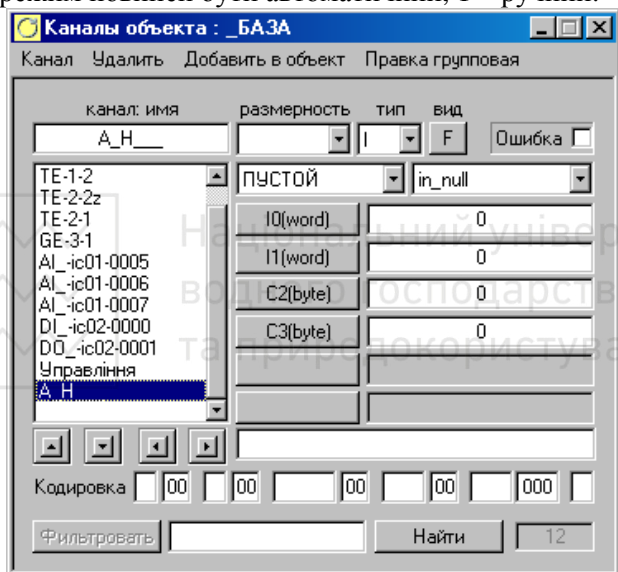


Рис. 11.18. Канали об'єкта База вузла Lagoon_1: налаштування каналу A_H

Для вузла **Lagoon_1** складемо наступну програму з назвою **Mode** (режим):

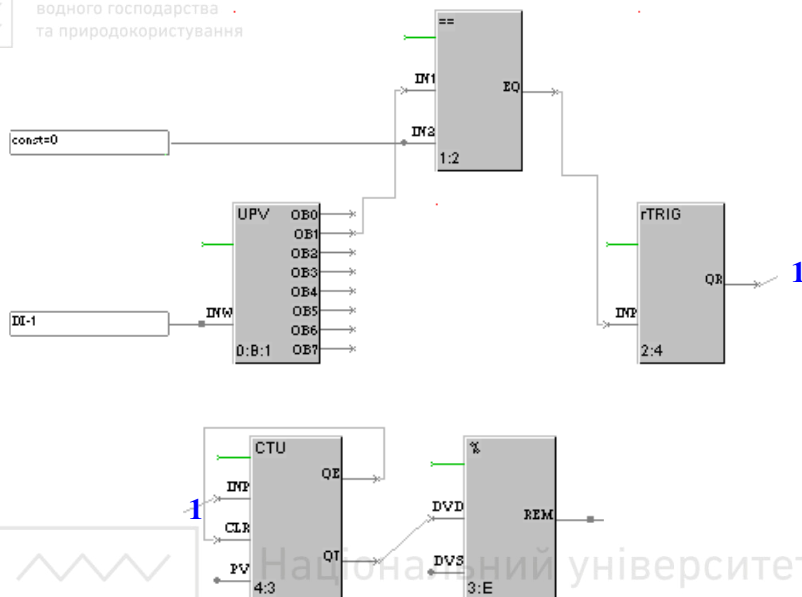


Рис. 11.19. Програма для перемикачів режимів керування автоматичний-ручний

У якості перемикачів режимів керування на пульті використана нефіксована кнопка. Кожне наступне її натискання переводить систему у протилежний режим роботи. Так, якщо на даний момент часу активним є ручний режим керування, то натиснення кнопки перемикачів переведе систему у режим автоматичного керування. Повторне натиснення кнопки поверне систему у ручний режим керування.

Входи та виходи блоків налаштуємо згідно таблиці 11.11.

Таблиця 11.11

Блок	Вхід, вихід	Тип	Коментар
UPV	INW	аргумент	Реальне значення дискретного входу DI-1_R
==	IN2	константа	$k_1=0$
CTU	PV	константа	$k_2=2$
%	DVS	константа	$k_3=2$
%	REM	аргумент	Реальне значення внутрішнього каналу A_H_R



Примітка: Не перераховані входи та виходи мають тип **Блок** і використовуються для зв'язку між блоками.

Підключимо дану програму до внутрішнього каналу **A_N** вузла **Lagoon_1**. Для цього натиснемо ЛК миші на іконці інструментальної панелі, ввійдемо у діалог **Канали об'єкта** для об'єкта **База**, натиснувши на ньому двічі ЛК миші. Далі натиснемо двічі ЛК миші на назві каналу **A_N** і ввійдемо у діалог **Трансляція**. У полі вибору FBD-програми виберемо програму **Mode** (рис. 11.20).

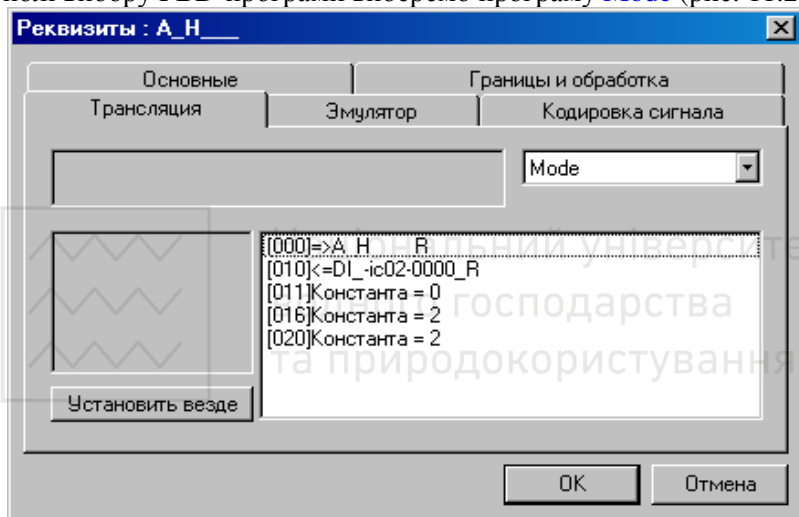


Рис. 11.20. Вікно підключення програми до каналу **A_N**

3.5 Якщо вибрано режим автоматичного керування, то задачі керування перекладаються з плечей оператора технологічного процесу на програмований логічний контролер (ПЛК). У минулій роботі було написано програму керування температурою за позиційним законом. Програма керування за позиційним законом є більш простою для розробки, але система тривалий час знаходиться в режимі автоколивань. У даній роботі розробимо програму керування температурою за ПД імпульсним законом. При керуванні за ПД імпульсним законом керуючий сигнал має форму імпульсів, тривалість яких визначається за ПД законом, а пауза між імпульсами повинна дорівнювати сталій часу об'єкта керування. Оскільки стандартний функціональний блок ПД імпульсного



закону керування відсутній, то необхідно реалізувати потрібний алгоритм керування самостійно, використовуючи наявну бібліотеку функціональних блоків. Тому розробка програми з ПД імпульсним законом керування є складнішою, ніж з позиційним законом.

Двічі натиснемо ЛК миші на об'єкті **База** для вузла **Lagoon_1**, виберемо пункт меню **Канал \ Создать**. Задамо ім'я каналу **Управління**, тип **О** (вихідний), вид **Н** (дискретний), підтип **Управление**, доповнення до підтипу **Управление**. Даний канал буде використовуватися для підключення програми керування.

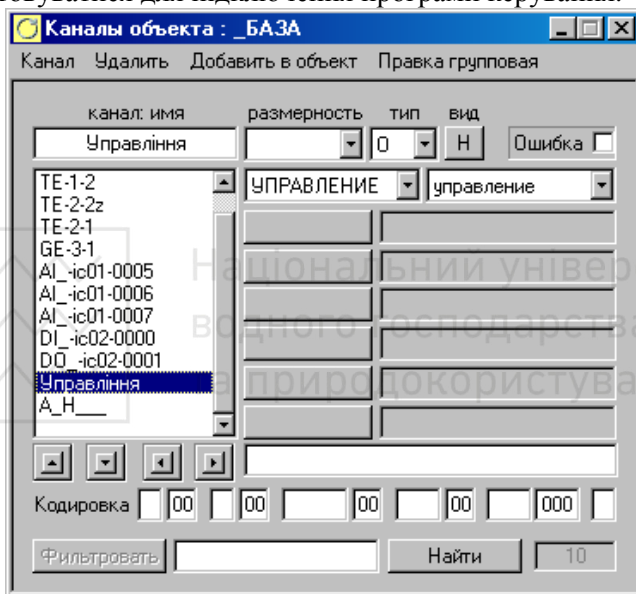


Рис. 11.21. Канали об'єкта База вузла Lagoon_1: налаштування каналу Управління

Для вузла **Lagoon_1** складемо програму з назвою **Form1** (рис. 11.22). При цьому зверніть увагу на такі позначення: “**назва каналу**”_R – реальне значення каналу, “**назва каналу**”_In – вхідне значення каналу, k_x – константа. Крім основної задачі – формування керуючих імпульсів в залежності від розузгодження між заданим та реальним значенням температури, – у програмі відслідковуються сигнали з кінцевих вимикачів виконавчого механізму, який приводить в рух поворотну заслінку, та поточний режим роботи. Так вихідний керуючий сигнал на відкриття заслінки блокується, якщо заслінка вже повністю відкрита, вихідний сигнал на закриття



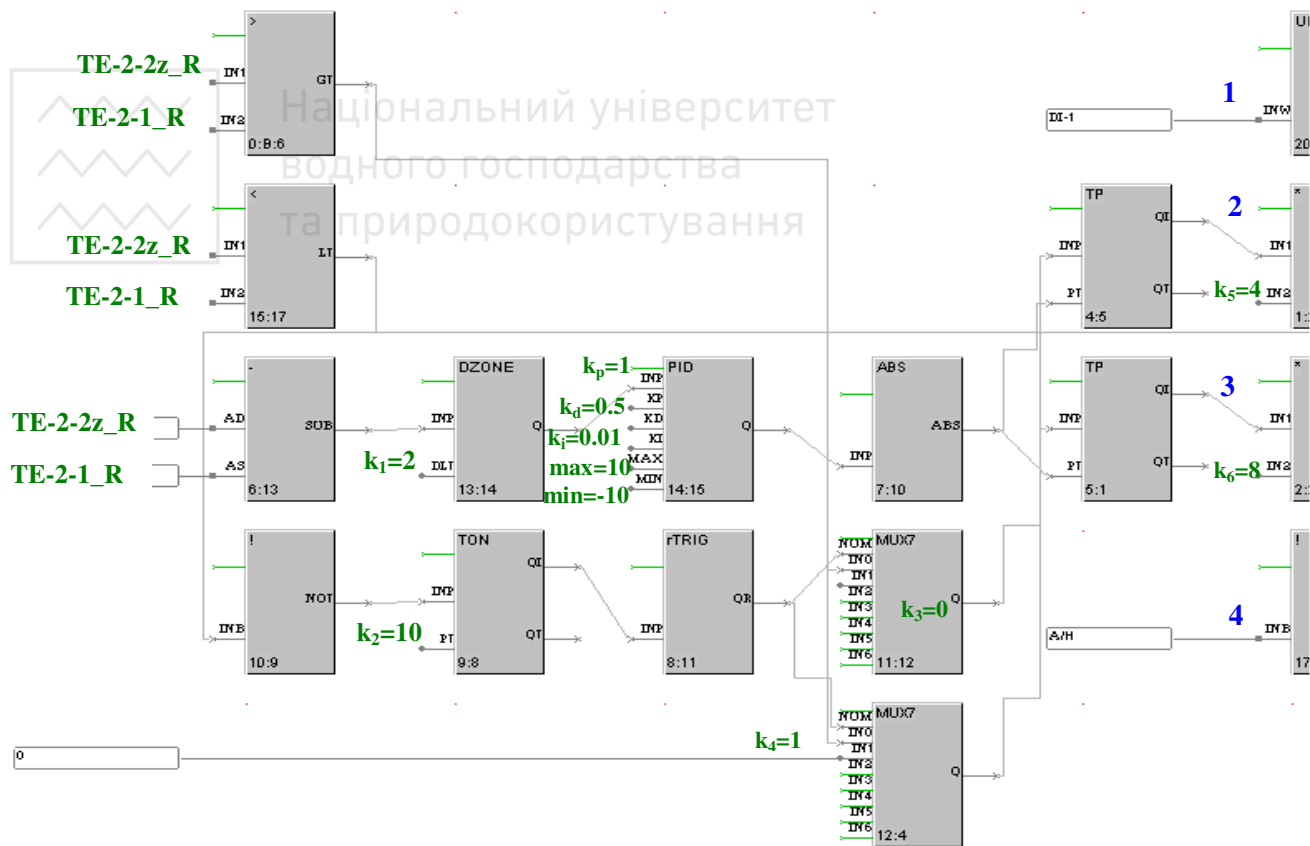
Національний університет

водного господарства
та природокористування

блокується, якщо заслінка вже повністю замкнута, і будь-який керуючий сигнал блокується, якщо активним є ручний режим роботи АСР. Потрібно передбачити також деяку зону нечутливості, тобто таку різницю між заданою та реальною температурою, на яку не буде реагувати регулятор. Дана зона нечутливості визначається потрібною точністю регулювання.



Національний університет
водного господарства
та природокористування



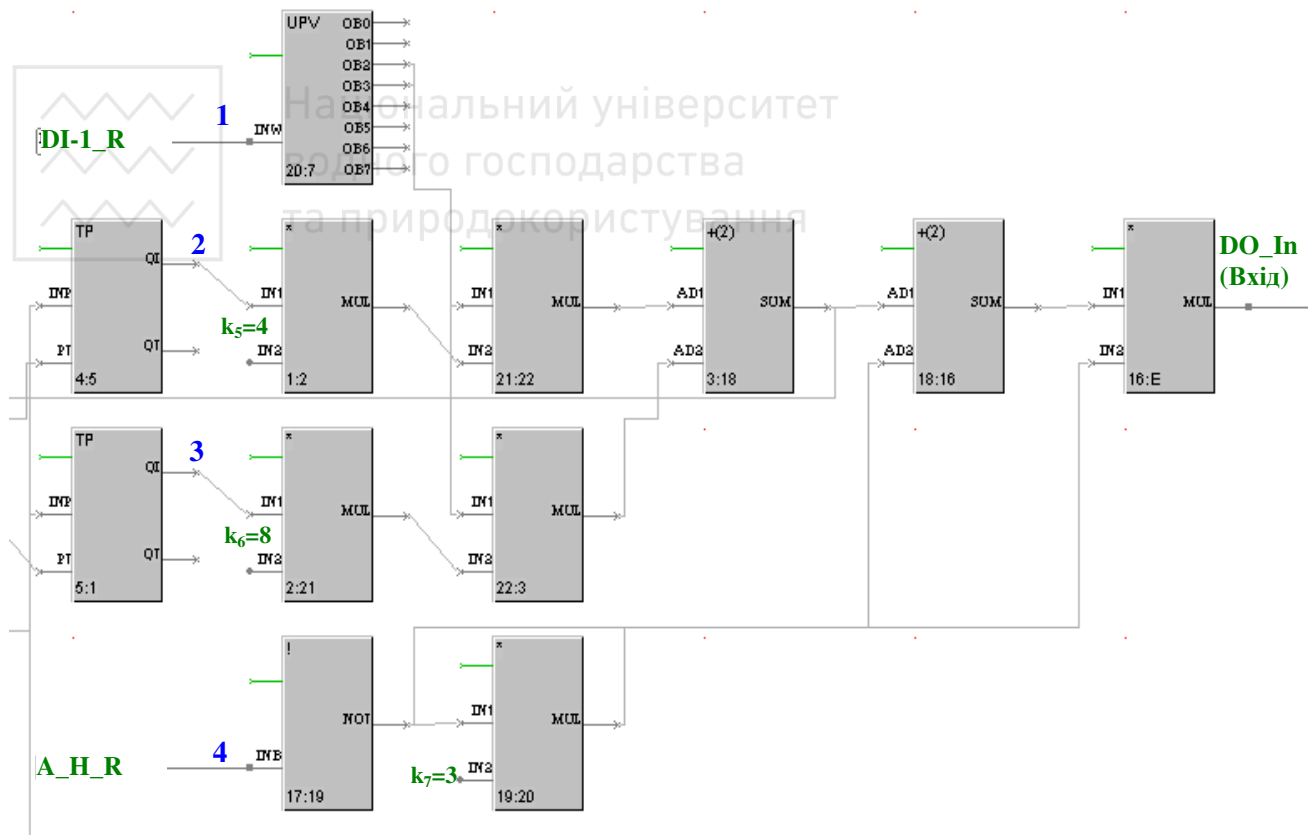



Рис. 11.22. Програма керування температурою повітря у трубопроводі за ПД імпульсним законом



Підключимо дану програму до каналу **Управління** об'єкта **База**

вузла **Lagoon_1**. Для цього натиснемо ЛК миші на іконці  інструментальної панелі, ввійдемо у діалог **Канали об'єкта** для об'єкта **База**, натиснувши на ньому двічі ЛК миші. Далі натиснемо двічі ЛК миші на назві каналу **Управління** і ввійдемо у діалог **Управление**. У полі вибору FBD-програми виберемо програму **Form1** (рис. 11.23).

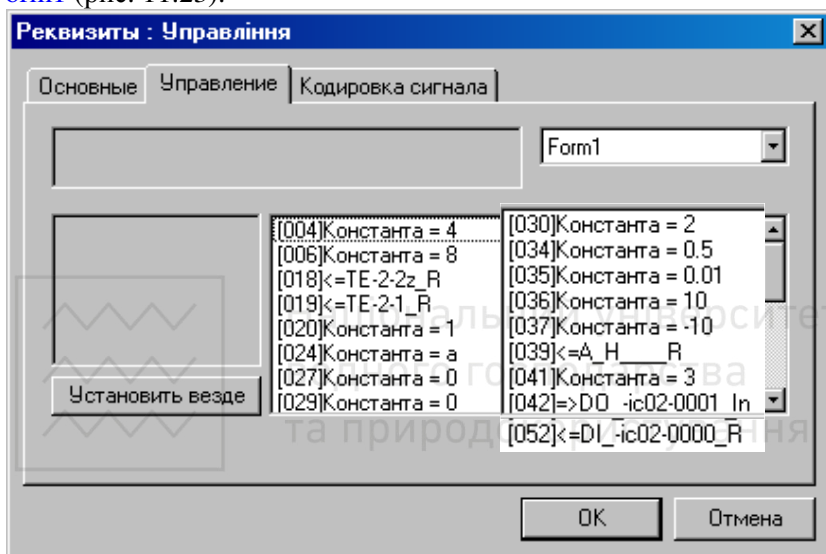



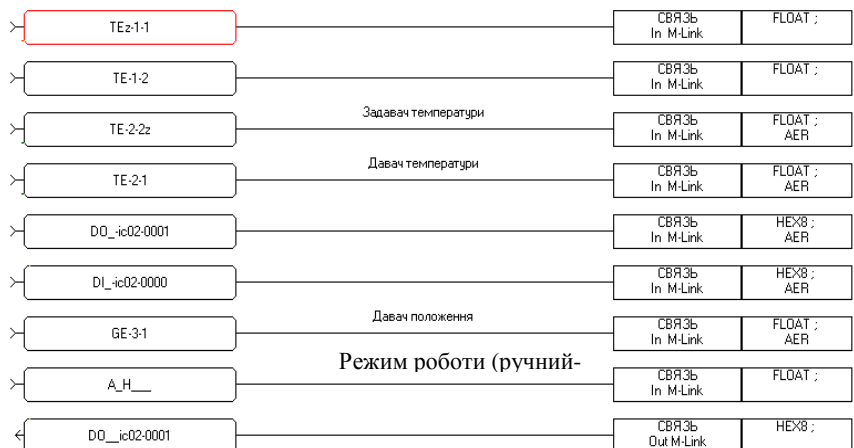
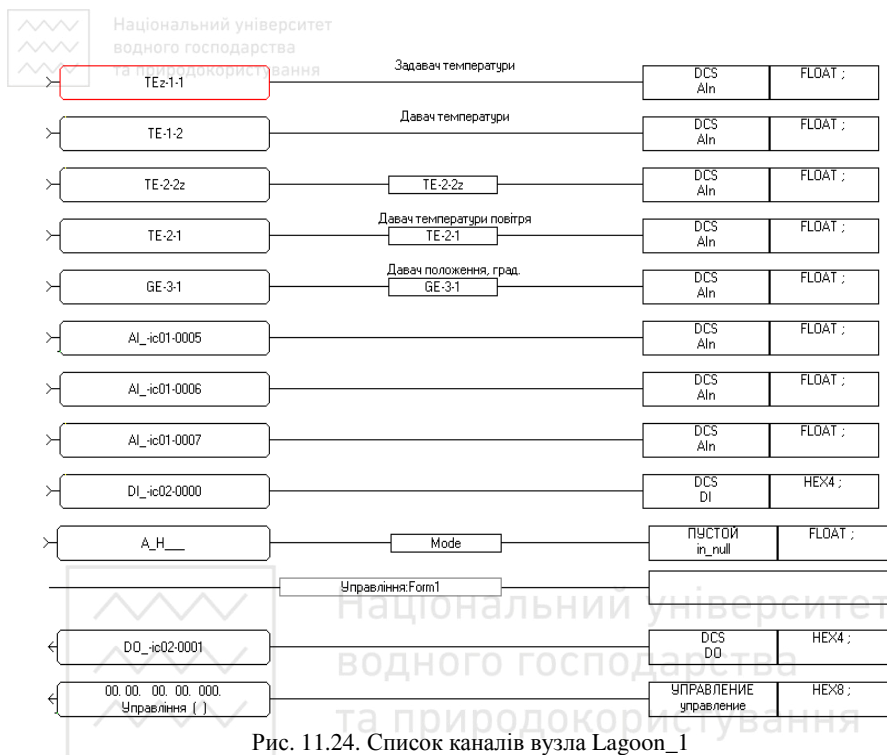


Рис. 11.23. Вікно підключення програми до каналу Управління

4. Перевіримо результуючу базу інформаційних каналів вузлів **Lagoon_1** та **APM**.

Для цього натиснемо піктограму  на панелі інструментів і перейдемо у вікно Вузли. Виділимо вузол **Lagoon_1** і натиснемо піктограму , отримаємо список каналів вузла **Lagoon_1** (рис. 11.24). Повторимо процедуру з вузлом **APM** і отримаємо список каналів, доступних для читання комп'ютером (рис. 11.25). Отримати список каналів певного вузла у вигляді звіту можна, виділивши потрібний вузол і натиснувши піктограму  на панелі інструментів. Після цього збережемо створений проект і закриємо редактор бази каналів.





5. Запишемо розроблений проект в ПЛК Lagoon і запустимо його на виконання. Для цього виконаємо наступні дії:

5.1 Створимо образ Flash-диска. Образ FLASH-ДИСКА створюється спеціальною утилітою **ROMDISK.exe**. Вона розташовується у піддиректорії TO_Lagoon директорії інсталяції інструментальної системи. Запуск цієї утиліти з необхідними ключами здійснюється командним файлом **CREATE.bat**. Після запуску ця утиліта упакує у файл образу усі файли і піддиректорії, що знаходяться в директорії **TO_Lagoon\DISK**.

У нашому випадку у Файл образу будуть упаковані наступні Файли піддиректорії:

Command.com - командний процесор ROM-DOS;

Config.sys - конфігураційний файл операційної системи;

Autoexec.bat - стартовий командний файл;

Torom.exe - утиліта запису у FLASH-ДИСК образу, прийнятого з комп'ютера;

Ledon.com - утиліта керування цифровим індикатором на передній панелі контролера;

Lagoon.exe - виконавчий модуль мікро МРВ ТРЕЙС МОУД для контролерів Lagoon;

PROJECT - піддиректорія, що містить робочі файли проекту ТРЕЙС МОУД, що завантажується в контролер;

.INI - директорія для файлу-опису функціональних блоків FBD-ПРОГРАМ (**dodef.cfg**);

node 1.db - файл бази каналів виконуваної в контролері задачі, надалі при програмуванні задач керування цей файл потрібно копіювати з директорії проекту;

Addr.ind - файл мережевої конфігурації проекту ТРЕЙС МОУД, що завантажується в контролер. Цей файл, також як і файл бази каналів, потрібно копіювати з директорії проекту.

У приведених вище описах використовувався термін “директорія проекту”. Ця директорія має ім'я, яке співпадає з ім'ям проекту. Редактори інструментальної системи зберігають у ній всі робочі файли проекту. Після завершення роботи програми **ROMDISK.exe** у директорії TO_Lagoon створюється файл з ім'ям **ROM-DISK.img**. Цей



файл є образом FLASH-диска, що буде завантажуватися в контролер.

5.2 Завантажимо образ Flash-диска у ПЛК Lagoon.

Щоб завантажити образ FLASH-диска в контролер, необхідно скористатися термінальною програмою **7188.exe** (рис. 26). Ця програма розташована в піддиректорії **TO_Lagoon** директорії інсталяції інструментальної системи ТРЕЙС МОУД.

При першому запуску утиліта 7188.exe намагається зв'язатися з контролером LAGOON по послідовному порту COM1. Переключення пошуку контролера на інший порт здійснюється клавішами **ALT+<цифра>**, де цифра відповідає номеру порту.

При запуску утиліти 7188.exe під WINDOWS NT, якщо до COM1 підключений «миша», то буде виданий запит: “завершити задачу чи пропустити”. Варто вибрати пункт пропустити, а потім в утиліті вказати використовуваний порт.

Якщо зв'язок з контролером установлений, то після натискання клавіші **ENTER** у вікні утиліти з'являється запит на введення команди в режимі DOS.

Якщо це перший запуск контролера чи була зроблена його ініціалізація (замикання входу INIT на вхід GND), то завантаження образу диска здійснюється без додаткових команд по натисканню сполучення клавіш **ALT+M**. При всіх наступних перезавантаженнях FLASH-диска необхідно в контролері виконати команду **torom**, а потім натиснути сполучення клавіш **ALT+R**.

```
7188
*****
***** 7188 Ver.1.11.0 12/31/1999 *****
***** Press F1 for help. *****
*****
7188(D)/DOS
Datalight miniBIOS (R) v6.22 (Revision 3.1)
Copyright (c) 1989-1997 Datalight, Inc.
*** 7188 Embedded Controller ***(<512K>) 10/05/99

Tested RAM 256K
NOBP0123456
Starting ROM-DOS...
789
To run Lagoon type string like this:
Lagoon.exe .\Project\ node1 KEY=<key for your PLC>
A:>

ALT_1/2:COM1/2 ALT_C:Setup F1:Help ALT_X:Quit COM1: 57600,N,8,1
```

Рис. 11.26. Термінальна програма 7188.exe



5.3 Запустимо програму в контролері.

Після того, як програма була завантажена в контролер, її можна запустити і проконтролювати її роботу за допомогою будь-якої термінальної програми, підтримуючої протокол **VT100**. Скористаємося програмою **7188.exe** з директорії **c:\TraceMode5_Lagoon\To_Lagoon**. При запуску цієї програми за замовчуванням установлені наступні параметри зв'язку:

Порт - COM1.

Швидкість – 57600.

Парність - не перевіряється.

Біти даних – 8.

Контроль передачі – присутній.

При необхідності ці параметри можна змінити. Для цього варто натиснути комбінації клавіш:

Alt+1/2 - для вибору порту COM1/COM2.

Alt+3 - для зміни параметрів зв'язку.

Виключимо і знову включимо живлення контролера. При цьому на екрані утиліти **7188** буде виводитися інформація про завантаження ROM DOS у контролері. Наприклад:

Після завершення завантаження для запуску задачі виконаємо наступну команду:

Lagoon c:\project\ NODE1 KEY-<number> , де

Lagoon - виконавчий модуль ТРЕЙС МОУД для контролерів Lagoon;

NODE1 - ім'я файлу бази каналів без розширення (файл із розширенням db);

<number> - серійний номер контролера Lagoon (він зазначений на голограмі , наклеєній на корпусі контролера – **D06QQVTNE**).

Запуск утиліти **Lagoon.exe** з необхідними параметрами здійснюється командним файлом **r.bat**.

Для виходу з утиліти **7188.exe** потрібно натиснути комбінацію клавіш **Alt+X**.

6. Проконтролюємо роботу АСП температури повітря в трубопроводі.

6.1 Кнопкою ПУСК на місцевому пульті керування запустить установку.



6.2 Кнопкою перемикання режимів переведіть установку в ручний режим роботи, про що буде повідомляти відповідний світловий індикатор.

6.3 Кнопками ручного керування виконавчим механізмом перевірте його роботу, слідкуючи при цьому за напрямом обертання поворотної заслінки.

6.4 Кнопкою перемикання режимів переведіть установку в автоматичний режим роботи.

6.5 Змінюючи завдання по температурі перевірте правильність роботи розробленої програми. При цьому зверніть увагу на напрям і тривалість руху регулюючого органу, поведінку програми при спрацюванні кінцевих вимикачів.

6.6 Після проведення досліджень натисніть кнопку СТОП на місцевому пульті керування та зупиніть установку. Вимкніть живлення стенду.

7. Оформіть звіт про виконання лабораторної роботи.

Вимоги до звіту

Звіт повинен включати в себе:

- Титульний лист
- Мету роботи
- Програму роботи
- Графічні вікна зі створеними об'єктами проекту (контролер, АРМ, модулі вводу/виводу)
 - Список використаних каналів введення-виведення з відповідними поясненнями
 - Графічне вікно з відображенням бази каналів контролера
 - Графічне вікно з відображенням бази каналів АРМа
 - Пояснення до кожного графічного вікна
 - Створені FBD-програми, їх призначення
 - Висновок про роботу установки під керівництвом ПЛК, в який записаний створений проект
 - Висновок про результати виконання роботи

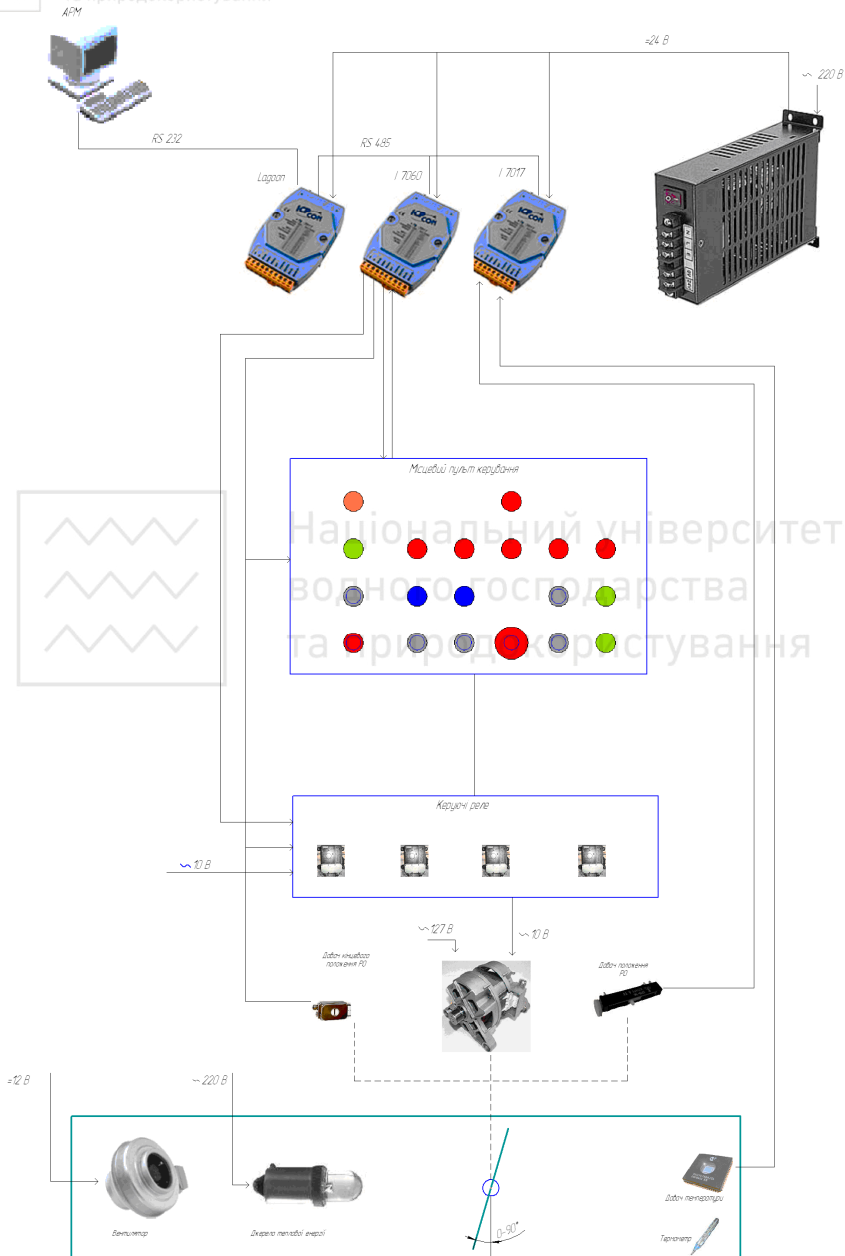
6. Контрольні питання

1. Розкажіть будову дослідної лабораторної установки. Поясніть призначення усіх елементів.



2. Яким чином створити базу інформаційних каналів, необхідних для роботи установки?
3. Поясніть роботу програми для перетворення вихідного напругового сигналу давача температури повітря у реальне значення температури.
4. Поясніть роботу програми для перетворення вихідного напругового значення задавача температури у реальне значення температури.
5. Поясніть роботу програми для перетворення вихідного напругового значення давача положення поворотної заслінки у реальне значення кута повороту.
6. Поясніть роботу програми для перемикання режимів керування автоматичне-ручне.
7. Поясніть роботу програми керування температурою за ПІД імпульсним законом. У чому переваги ПІД імпульсного керування у порівнянні з позиційним?
8. Яким чином продивитися результуючу базу інформаційних каналів вузлів Lagoon_1 та АРМ? Як можна її доповнити?
9. Як записати розроблений проект в ПЛК Lagoon і запустити його на виконання?
10. Яким чином проконтролювати і перевірити правильність роботи АСР температури повітря в трубопроводі?

Додаток 1



Структурна схема лабораторної установки автоматичного регулювання температури повітря у трубопроводі

